

南大洋研究計画に関する日豪ワークショップ報告

牛尾収輝*・小達恒夫*・福地光男*

Report on workshop for Japan-Australia collaboration in Southern Ocean studies

Shuki Ushio*, Tsuneo Odate* and Mitsuo Fukuchi*

Abstract: A workshop on Southern Ocean studies was held at CSIRO in Hobart, Australia on 5 February 2002 with 21 participants. Several cruises for marine science focusing on the Indian and western Pacific sectors have been conducted as a part of the program “Antarctic Ocean and the Earth Studies”. The purposes of the present workshop are to obtain an overview of accomplished research cruises, to coordinate data management, and to promote future collaborative work. The 43rd Japanese Antarctic Research Expedition (JARE-43) has planned to charter a research vessel exclusive use for the first time and a collaborative cruise program has been discussed in cooperation with other vessels in the 2001/02 season. At the workshop, “*Aurora Australis*” and “*Hakuho-Maru*” cruises, which had already been completed, were reported on, and plans for the chartered vessel “*Tangaroa*” and icebreaker “*Shirase*” cruises were presented. The participants shared a new understanding of the importance of the “multi-ship plan” with four vessels sailing in the same area at different times of the austral summer. Data management and publication plan of scientific results were discussed. Future plans for the 2002/03 season and beyond were presented from Australian and Japanese scientists, and they exchanged views on possible collaboration.

要旨: 標記ワークショップを2002年2月5日、オーストラリア・ホバートのCSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) で開催した。南大洋インド洋区の航海観測を中心に推進している海洋研究に関して、観測の現況報告と今後の計画検討を行うもので、21名が参加した。第43次南極地域観測隊(JARE-43)では、JARE史上初の試みとして専用観測船を備船し、それに伴う他の観測船との連携による時系列観測が2001-2002年に計画された。この時系列観測の内、すでに終了していた「オーロラ・オーストラリス号」および「白鳳丸」航海の観測概要が報告され、ワークショップ後の実施となる「タンガロア号」(備船)および砕氷船「しらせ」の観測計画が紹介された。これら複数の船舶をプラットフォームとして、夏季の異なる時期に同一海域を観測する“マルチシッププラン”の重要性を再認識し、データの管理や公開、研究成果のとりまとめ方針等を検討した。さらに研究航海の将来計画が提示され、共同研究の可能性や相補性に関して意見交換した。

¹ 国立極地研究所。National Institute of Polar Research, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173-8515.

1. はじめに

これまで JARE による南大洋観測は、砕氷船の昭和基地への往復航路上において実施されてきたが、観測海域や時間は必ずしも十分とは言えず、多くの制約の下で継続されてきた。しかしながら、夏季のある時期に限定されてはいるものの、ほぼ毎年、同一海域（航路上）のデータが蓄積され、年々変化を議論する上で貴重な観測データとなっている。これに加えて、短い夏季に、海水域表層の海洋環境の顕著な変化とそれに伴う生物活動過程を解明する重要性も多くの研究者から指摘されてきた。つまり長期モニタリング観測と合わせて、目的主導型の現地観測が重要で、そのためには専用観測船が不可欠である。詳細な時間変化の把握を目指して、基礎データを取得するためには、単一の船舶による航海よりも、研究対象海域において、複数の船舶を時系列的に連携させ、各研究テーマに関する観測を連続して実施することが効果的である。

平成 13 年度（2001/02 シーズン）の南極海においては、オーストラリアの砕氷船「オーロラ・オーストラリス号」、東京大学海洋研究所「白鳳丸」、JARE-43 備船「タンガロア号」、そして砕氷船「しらせ」の計 4 隻が、オーストラリア南方の東経 140 度線に沿う海域を、2001 年 11 月から 2002 年 3 月までの間、それぞれ異なる時期に航海する計画が立案された。この好機を活かし、各船および研究者グループ間で連携を図り、海洋環境の時系列変化を捉えることを核にした「マルチシッププラン」の実現に向けて準備を進めた（小達・福地, 2000; 福地・小達, 2001; 小達ら, 2001; 小達・福地, 2002）。またこのような航海観測の継続・実施によって、南極海洋の年々変化を解き明かす知見を得ることも期待される。

本ワークショップでは、2001/02 シーズンに計画された航海観測の実施状況報告、2002/03 シーズンおよびそれ以降の航海観測計画の提案、共同・連携観測のための情報交換や観測データの品質管理・公開、研究成果のとりまとめ、今後のワークショップ開催予定について議論した。なお、これら一連の計画は日豪の他に、観測船運用や乗船研究に当っては、ニュージーランド、ノルウェー、イタリアの関係機関からの参加の下、国際共同研究として実施しているものである。

以下に、ワークショップのプログラムおよび出席者一覧を示す。

《プログラム》

開催日: 2002 年 2 月 5 日 場所: タスマニア州・ホバート CSIRO 海洋研究部会議室
(括弧内は発表者)

1400-1415 Welcome and Introduction (H. Marchant)

1415-1430 Overview of *Aurora Australis* Voyage 3 -2001/02 (H. Marchant and S. Rintoul)

1430-1445 Overview of *Hakuho-Maru* cruise (G. Hashida)

- 1445-1500 Overview of proposed activities on *Tangaroa* and *Shirase* -2001/02 (T. Odate)
- 1500-1515 Discussion of potential workshop(s) and joint publications from 2002/03
- 1515-1545 Afternoon tea
- 1545-1600 *Aurora Australis* Voyage 1 -sea ice (A. McMinn)
- 1600-1630 Australian 2002/03 activities *Aurora Australis* Voyage 4, AMLR and western boundary current (S. Nicol and N. Bindoff)
- 1630-1700 Japanese 2002/03 activities (T. Odate)
- 1700-1730 Discussion of collaboration
- 1730 Close

《出席者一覧》

| 氏名 | 所属 | |
|-----------------|--|-----------|
| <日本> | | |
| 福地 光男 | 国立極地研究所南極圏環境モニタリング研究センター | |
| 小達 恒夫 | 国立極地研究所研究系 | |
| 橋田 元 | 国立極地研究所南極圏環境モニタリング研究センター | |
| 青木 茂 | 国立極地研究所南極圏環境モニタリング研究センター | |
| 牛尾 収輝 | 国立極地研究所北極圏環境研究センター | |
| 谷口 旭 | 東北大学大学院農学研究科 | |
| 古谷 研 | 東京大学大学院農学生命科学研究科 | |
| 佐々木 洋 | 石巻専修大学理工学部 | |
| 田口 哲 | 創価大学工学部 | |
| 渡邊 修一 | 海洋科学技術センター海洋観測研究部 | (以上 10 名) |
| <オーストラリア> | | |
| Harvey Marchant | Australian Antarctic Division | |
| Brian Griffiths | CSIRO Marine Research | |
| Steve Rintoul | CSIRO Marine Research | |
| Andrew McMinn | University of Tasmania | |
| Steve Nicol | Australian Antarctic Division | |
| Nathan Bindoff | Antarctic CRC/University of Tasmania | |
| Ian Allison | Antarctic CRC/Australian Antarctic Division | |
| Rob Massom | Antarctic CRC | |
| Bronte Tilbrook | CSIRO Marine Research | |
| Tom Trull | University of Tasmania | (以上 10 名) |
| <ノルウェー> | | |
| Paul Wassmann | Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø | (以上 1 名) |

2. 概要

2.1. ワークショップの趣旨

最初に Marchant からワークショップの趣旨が説明された。2001/02 シーズンの航海観測の概要報告と今後の計画提案を受け、取得データの品質管理や共有・公表方法、研究成果発表の方針について議論を進める。さらに今後のワークショップ開催を通して、来シーズン以降の航海観測を実りあるものにすることが大きな目的である。また、かつて無かった「マルチシッププラン」による取り組みによって、数多くの貴重な観測データが得られることが期待される。各航海の乗船研究者や関係研究機関、研究グループ相互の情報交換を一層緊密にすることが不可欠である。研究成果を取りまとめる上で最も基本となるデータマネージメントに関して、共通認識を構築しておくことも重要である。

2.2. 2001/02 シーズンの観測について

2.2.1. オーロラ・オーストラリス号航海—Voyage 3 報告

Marchant および Rintoul により、2001 年 11 月初めから 12 月中旬に実施された航海観測の概要が報告された。東経 140–145 度線において海洋生物・物理観測が計 17 名（内、日本側研究者 3 名）の研究者によって行われた。生物観測の主な項目は、CPR (Continuous Plankton Recorder: 連続プランクトン採集器) による観測や南極—亜南極域のイカの生態学、セディメントトラップ等であった。CTD による海底直上までの物理観測によって、大陸棚斜面域の他に、南緯 63 度付近にも冷水塊の存在が捉えられた。後者では最低水温 0.4°C の水塊が約 600 m 深まで存在しており、南極周極流帯の南側のフロントである可能性が示された。

2.2.2. 白鳳丸航海—KH-01-3-LEG2 報告

2002 年 1 月 2 日～22 日に実施された観測の概要が橋田から報告された。乗船研究者の内、南大洋のマルチシッププランに関わる者は 8 名であった。東経 140 度を南から北に向かう航路上に観測点 St. 12–20 を定めた。この内、St. 16 が南緯 61 度付近で南極海観測域の北端となる。表層海水モニタリングによって、氷縁付近でクロロフィル量の高い値（約 40 mg/m^3 ）と二酸化炭素分圧 ($p\text{CO}_2$) の低い値が観測された。 $p\text{CO}_2$ は南緯 62–63 度の海域でもやや低かった。また、表面から 200 m 深まで計 5 層のセディメントトラップをつり下げて漂流させた表層漂流トラップ実験の他、St. 13（南緯 64 度付近）では、定置係留システムが設置された。この St. 13 の近傍には、2001 年 3 月に JARE-42 によって設置された定置係留システムもあり、今シーズンに取得されるデータとの比較が行われる。さらに St. 13 は、2002 年 2 月～3 月に計画されているタンガロア号の観測点 St. 5 と一致させ、重点的に観測を行う予定である。

この他、大気—海洋間の二酸化炭素交換過程、基礎生産、動物プランクトンに関する観測

も各船に亘って共通して行う‘core measurements’として位置づけられていることが述べられた。

2.2.3. タンガロア号航海観測計画（JARE-43）概要

2002年2月上旬からの実施が計画されている航海観測について小達が説明した。2月6日ホバート出港後、東経140度線に沿って、南緯61度から氷縁域に至る海域に全13観測点を設定し、2月11日から3月2日までの間、観測を行う。各観測点は、項目によって、以下のようなLong（大観測点）、Full（中観測点）、Basic（小観測点）、Surface（航走観測）の4種類に分けられる。

Long 観測点: CTD, 採水, NORPAC ネット, 大容量採水, RMT (Rectangular Midwater Trawl), 表層漂流トラップ実験

Full 観測点: CTD, 採水, NORPAC ネット, 大容量採水, RMT

Basic 観測点: CTD, 採水, NORPAC ネット

Surface 航走観測: 表面観測, XCTD, 音響探査, CPR, 大気観測

Long 観測点の内、St. 5（南緯64度）では、定置係留システム（JARE-42 および白鳳丸航海で設置された2系）の回収も予定されている。2002/03 シーズンを含めた今後の観測計画立案においては、係留観測の継続可能性を含めて検討することがコメントされた。

2.3. 2001/02 シーズンの観測に伴うデータ交換について

オーロラ・オーストラリス号、白鳳丸、タンガロア号、しらせの4船によって得られる観測データ、特に時系列データの管理や公開、成果発表の方針について意見交換した。これまでの経験として、オーストラリアでは special volume として、各航海の報告書を印刷発行すると共に、各分野で得られた研究成果は、それぞれの学術雑誌上で発表していることが述べられた。また船によって事情は異なるが、従来の成果印刷物として、cruise report（オーロラ・オーストラリス号）や data report（白鳳丸、しらせ）も作成されている。白鳳丸の場合、ルーチン観測のデータ取り扱いについては、各航海の代表研究者に一任されている。

これらの経験に基づき、今回のマルチシッププランで得られる一連のデータや成果の発表については、各航海の乗船研究者と core measurements の研究代表者との間で共通認識を持って、データ総合化の作業に当たることが重要である。栄養塩データの標準化などに代表されるデータの品質管理については、生物・化学・物理の各分野によって、その取り扱い方が異なる面もあり、研究分野間の意見交換も必要に応じて行うべきであろう。そのために、core measurements の各研究代表者はデータ・コーディネーターとしての役割を果たし、その中で作成すべき成果印刷・公表の計画を検討する必要がある。

2.4. 2002/03 シーズンの観測計画について

2.4.1. オーロラ・オーストラリス号航海—Voyage 1 計画

2002 年 10 月から 4 週間に亘って、東経 140 度付近の海域で実施される計画が McMinn によって説明された。基礎生産、アイスアルジ他の藻類の現存量や光合成機構に関わる生物学研究、係留システムの回収を主な項目とする航海である。

2.4.2. オーロラ・オーストラリス号航海—Voyage 4 計画

2003 年 1 月から開始する航海において、モーション基地沖に観測海域を設定し、ペンギンの行動追跡、オキアミの分布、クジラの目視などを項目とする観測計画が Nicol によって説明された。観測対象海域は、東経 62 度周辺の南緯 66 度から 67 度までの区域で、2000/01 シーズンに行われた SO-GLOBEC の研究海域に相当するものである。

この航海では、ケルゲレン海台付近の集中的な海洋物理観測も行うことが Rintoul から提案された。海台の東斜面域に長期（約 18 カ月間の予定）の定置係留システムを多数設置し、流速分布とその変化の詳細を観測することによって、大陸沿岸域に起源を持つ深層循環の構造や南北方向の海水輸送量の評価を行うものである。

2.4.3. 第 7 次海鷹丸航海計画

2003 年 1 月から 2 月の間に計画されている、東京水産大学練習船「海鷹丸」の南大洋航海について、小達が紹介した。海鷹丸はフリマントルを出港後、南西に航海してケルゲレン諸島方面に向かう。特にケルゲレン海台付近では、前項で記した定置係留システムの設置前に CTD 等の海洋観測を実施し、この海域の海洋構造や流れに関する時間変化の把握に寄与する。また、大陸近傍においても、東経 100 度および 140 度の観測線を設けて、大陸斜面域を精査する予定である。

後述する備船をはじめ、他の観測船のスケジュールや観測点と効果的に連携するよう、航海計画の詳細を決定することとしている。

2.4.4. JARE-44 備船計画

福地から、JARE-44 で計画している備船による海洋観測計画が紹介された。これは 2001/02 シーズンに引続き、複数の観測船の導入によって、南大洋インド洋区を重点的に調査する「マルチシッププラン」の一翼を担うものである。主な観測海域や航海日程については、他の観測船スケジュールとも調整の上、決定する。

2.5. 2003/04 シーズンおよび将来の観測計画について

日本主導の計画として、海洋科学技術センター海洋地球研究船「みらい」による南半球周航観測研究航海が渡邊から説明された。南大洋では、インド洋区のケルゲレン海台の東方において重点的な観測を行う予定である。この海域については、フランスの研究グループとも調整しながら、観測内容の詳細を検討する。

オーストラリア側からは、オーロラ・オーストラリス号による航海計画として、東経 140 度付近における海水調査やセディメントトラップによる観測 (2003 年 9 月から 11 月まで)、およびハード島海域における観測 (2003 年 12 月から 2004 年 2 月まで) について、Allison から説明された。

3. 終わりに

今後のワークショップ等、共同研究の進め方について意見交換がなされた。航海観測において得られたデータの共有と効果的な解析を進めるために、今後開催すべきワークショップの日程についての可能性も挙げた。例えば、関係者が会合しやすい、海洋研究をテーマとする国際シンポジウムや集会に合わせて、ワークショップの開催を検討することとした。当面は 2001/02 シーズンで得られた試資料に基づく研究成果を各学会・シンポジウム等で公表していくと共に、2002/03 シーズンの次期航海を開始する前に、次回ワークショップを開催する必要があることが認識された。

ワークショップ参加に当たって、旅費の一部は平成 13 年度科学研究費補助金・特別研究促進費「南極海における海洋環境の中長期的変動に関する研究」(課題番号 11800009, 代表者: 福地光男) から支弁された。またワークショップの会場提供、準備等については、CSIRO 海洋研究部の協力を得た。ここに記して感謝する。

文 献

- 福地光男・小達恒夫 (2001): 「極域海洋研究における複合領域研究立案に関する研究小集会」報告。南極資料, **45**, 148-156.
- 小達恒夫・福地光男 (2000): 「極域海洋における物理・化学・生物海洋学研究の将来展望」に関する研究小集会報告。南極資料, **44**, 232-238.
- 小達恒夫・福地光男 (2002): 「第 43 次南極地域観測における研究観測に関する観測研究小集会—専用観測船による南極海海洋観測」報告。南極資料, **46**, 67-78.
- 小達恒夫・工藤 栄・福地光男 (2001): 「南極域海洋研究における複合領域研究立案に関する研究小集会」報告。南極資料, **45**, 362-370.

(2002 年 4 月 22 日受付; 2002 年 5 月 15 日改訂稿受理)